

## METHOD FOR REDUCING IRON CONTENT OF ALUMINUM ALLOY

**Publication number:** JP60234930  
**Publication date:** 1985-11-21  
**Inventor:** KATOU KOUJI  
**Applicant:** TOYOTA MOTOR CO LTD  
**Classification:**  
- **international:** **C22B21/06; C22B21/00;** (IPC1-7): C22B21/06  
- **European:**  
**Application number:** JP19840091657 19840507  
**Priority number(s):** JP19840091657 19840507

[Report a data error here](#)

### Abstract of **JP60234930**

**PURPOSE:** To obtain a low-iron high-grade Al alloy by adding Mn to a molten Al alloy to crystallize an intermetallic compound contg. iron and by magnetically separating the compound. **CONSTITUTION:** Mn is added to a molten Al alloy, the alloy is kept at a temp. above the crystallization temp. of alpha-Al by 50-200 deg.C, and it is slowly cooled to a temp. between the crystallization temp. of alpha-Al and a temp. above the crystallization temp. by 50 deg.C. Iron in the molten Al alloy is crystallized as an intermetallic Al-Fe-Mn-Si compound. The molten Al alloy contg. the crystallized compound is put in a magnetic field to separate the compound. Thus, a low-iron high-grade Al alloy is obtd.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-234930

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)11月21日

C 22 B 21/06

7128-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 アルミニウム合金の鉄分低減方法

⑮ 特 願 昭59-91657

⑯ 出 願 昭59(1984)5月7日

⑰ 発 明 者 加 藤 幸 二 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 豊田市トヨタ町1番地

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

アルミニウム合金の鉄分低減方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 次の工程からなるアルミニウム合金の鉄分低減方法。

(イ) アルミニウム合金にマンガンを添加し、アルミニウム合金の $\alpha$ -Al晶出温度より50℃～200℃高い温度に保持する工程。

(ロ) このアルミニウム合金溶湯を、上記保持温度から $\alpha$ -Al晶出温度ないし $\alpha$ -Al晶出温度より50℃高い温度まで徐冷し、この温度範囲内で保持することによりアルミニウム合金溶湯中の鉄分をAl-Fe-Mn-Si系の金属間化合物として晶出させる工程。

(ハ) この金属間化合物を晶出させたアルミニウム合金溶湯を不均一な磁場中を移動させることにより、金属間化合物が多く含まれたアルミニウム合金溶湯と金属間化合物がほとんど含まれないアルミニウム合金溶湯とに分離する工程。

## 3. 発明の詳細な説明

## (技術分野)

本発明はアルミニウム合金の鉄分低減方法に関し、詳しくはアルミニウム合金溶湯中から不純物である鉄分を除去する方法に関する。

## (従来技術)

アルミニウム合金中に含まれる鉄分(Fe)はアルミニウム合金の機械的性質を低下させる等の悪影響を及ぼすため、極力その含有率を低くすることが望ましいとされている。このアルミニウム合金は、市場から回収されるスクラップ品またはこのスクラップ品をもとに溶解、成分調整を行った再生塊(インゴット)等を用いて循環使用される。

ところで、市場から回収されるスクラップ等は鉄分などの不純物含有量が多く、再使用するにあたってはアルミニウム合金中に含まれる鉄分等を悪影響がでない程度に低減する必要がある。しかしながら、従来はアルミニウム合金から鉄分を効率的に除去する方法がないため、高純度(不純物

含有量が低い)のアルミニウム地金を加えることにより不純物の含有量をうすめて使用している。従って、従来の方法は高価なものとなり、鉄分の多い低品位のアルミニウム合金から効率的に高品位のアルミニウム合金を取り出す方法が望まれている。

#### 〔発明の目的〕

本発明は上記要望に基づきなされたもので、本発明の目的は、アルミニウム合金溶湯中の鉄分を金属間化合物とすることにより、誘導電流の差を利用してアルミニウム合金溶湯中から鉄分を分離し、鉄分の少ない高品位のアルミニウム合金を得ることにある。

#### 〔発明の構成〕

かかる目的は、本発明によれば、次の工程からなるアルミニウム合金の鉄分低減方法によって達成される。

(イ) アルミニウム合金にマンガンを添加し、アルミニウム合金の $\alpha$ -Al 晶出温度より50℃～200℃高い温度に保持する工程。

(ロ) このアルミニウム合金溶湯を、上記保持温度から $\alpha$ -Al 晶出温度ないし $\alpha$ -Al 晶出温度より50℃高い温度まで徐冷し、この温度範囲内で保持することによりアルミニウム合金溶湯中の鉄分をAl-Fe-Mn-Si系の金属間化合物として晶出させる工程。

(ハ) この金属間化合物を晶出させたアルミニウム合金溶湯を不均一な磁界中を移動させることにより、金属間化合物が多く含まれたアルミニウム合金溶湯と金属間化合物がほとんど含まれないアルミニウム合金溶湯とに分離する工程。

本発明においては、鉄分をAl-Fe-Mn-Si系の金属間化合物とする。このため、まずマンガンを添加し、アルミニウム合金の $\alpha$ -Al 晶出温度より50℃～200℃高い温度に保持してアルミニウム合金とマンガンとを完全に溶解させる。このとき、アルミニウム合金溶湯を攪拌することにより均一化を図ることが望ましい。

その後、上記アルミニウム合金溶湯を $\alpha$ -Al 晶出温度ないし $\alpha$ -Al 晶出温度より50℃高い

温度まで徐冷し、この温度範囲内に適宜時間、例えば0.5～1時間保持する。この結果、アルミニウム合金溶湯中に鉄分を含んだAl-Fe-Mn-Si系の金属間化合物が晶出する。

この金属間化合物を含んだアルミニウム合金溶湯を、永久磁石、電磁石等により形成された不均一な磁界中を移動させる。すると、アルミニウム合金溶湯と金属間化合物はレンツの法則による誘導電流に差を生じ、一定方向に力を受けるが、アルミニウム合金溶湯は大きく、金属間化合物は小さいため、相対的な差を生じ移動量に差を生じる。このとき、移動したAl-Fe-Mn-Si系の金属間化合物を含むアルミニウム合金溶湯を分離することにより、鉄分の少ない高品位なアルミニウム合金が得られる。

なお、上記工程を繰り返すことにより、更に鉄分を低減することができる。

#### 〔実施例〕

次に、本発明の実施例を図面を参考にして説明する。

#### (第1実施例)

第1実施例はアルミ溶解炉の桶を利用した例を示す。

ここで、第1図は本発明の第1実施例に用いるアルミ溶解炉の出湯口近傍を示す要部断面図、第2図は本発明の第1実施例に用いるアルミ溶解炉の出湯口近傍を示す平面図、第3図は金属間化合物を含むアルミニウム合金の組織写真(×100倍)である。

図中、1はアルミ溶解炉の枠体であり、耐火物材料2が内張りされている。アルミ溶解炉の出湯口部には桶3が設けられており、この桶3は先端部が仕切部材4で2つに区分され、その先端部の直下には、それぞれ第1の造塊ケース5と第2の造塊ケース6が設けられている。また、桶3は冷却ゾーン(A)と磁選ゾーン(B)に分かれており、磁選ゾーン(B)には金属間化合物を分離するための磁石7が、アルミニウム合金溶湯8の流れと直交する向きに金属間化合物に力を作用させるよう配設されている。

このアルミ溶解炉を用いて鉄分の低減処理を行った。まず、アルミニウム合金にマンガンを添加した後、800℃で溶解し2時間この温度に保持することにより、後掲の第1表に示すアルミニウム合金溶湯8を調整した。このアルミニウム合金溶湯8を桶3に導いた。桶3上のアルミニウム合金溶湯8は、冷却ゾーン(A)で初晶晶出温度より約30℃高い温度まで徐冷され、この冷却ゾーン(A)で第3図に示すようなAl-Fe-Mn-Si系の花弁状の金属間化合物15を晶出しアルミニウム合金溶湯8を懸濁させる。この金属間化合物が晶出したアルミニウム合金溶湯8は、続いて磁選ゾーン(B)を通過する。このとき、アルミニウム合金溶湯は、磁石7により形成される不均一磁場中を通過することになり、アルミニウム合金溶湯にレンツの法則による渦電流が発生し、磁場との相互作用により横方向の分力を発生する。このため、矢印C方向に導かれ、第1の造塊ケース5中に落下する。一方、金属間化合物の多いアルミニウム合金溶湯8は、この磁石7の影響を僅

かし受けず、矢印D方向へ流れ第2の造塊ケース6中に落下する。この結果、鉄分が濃縮された低品位のアルミニウム合金と鉄分が希釈された高品位のアルミニウム合金に分離される。

上記処理を第1表に示す高鉄分含有アルミニウム合金と低鉄分含有アルミニウム合金の2種類について行った。この結果を第1表に併せ示す。第1表より明らかなように、希釈化されたアルミニウム合金は、鉄分が元湯に比べ約半分に減少しているのが判る。

第1表

原料	組成 条件	Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Al
高鉄 分合 金	元湯	2.44	5.46	0.28	1.41	1.07	残
	希釈合金	2.66	5.34	0.30	0.62	0.52	↑
	濃縮合金	1.73	6.36	0.18	5.25	6.46	↑
低鉄 分合 金	元湯	2.58	5.30	0.30	0.21	0.80	↑
	希釈合金	2.46	5.21	0.30	0.12	0.70	↑
	濃縮合金	2.60	5.46	0.29	0.30	1.06	↑

但し、上記組成割合は重量%を示す。

#### (第2実施例)

第2実施例を第4図を参考にして説明する。

ここで、第4図は本発明の第2実施例に使用するアルミニウム合金の鉄分低減装置の概要を示す概略構成図である。

第4図において、第1実施例と実質的に同一な部分または部品については、第1実施例と同じ符号を付すことにより説明を省略する。

第2実施例が第1実施例と異なる点は、桶を使用することなく、徐冷室9と磁選装置10を別体で設け、アルミ溶解炉と導管11を用いて順次接続したことにある。

即ち、本実施例においては、アルミ溶解炉で800℃前後に溶解されたマンガンを添加されたアルミニウム合金溶湯8は、ポンプ12により導管11を介して徐冷室9に導かれる。徐冷室9では、アルミニウム合金溶湯8は温度計13により計測された温度をもとに冷却装置14により所定の温度、例えば初晶晶出温度より20℃高い温度まで徐冷される。徐冷されたアルミニウム合金溶湯8

は磁選装置10に導かれ、ここで磁石により金属間化合物が濃縮されたアルミニウム合金溶湯と金属間化合物が希釈されたアルミニウム合金溶湯に分離される。

第2実施例においても、第1実施例と同様な効果が得られた。

以上、本発明の特定の実施例について説明したが、本発明は、この実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の範囲内で種々の実施態様が包含されるものである。

#### (発明の効果)

以上より明らかなように、本発明のアルミニウム合金の鉄分低減方法によれば、従来のように高純度なアルミニウム地金を用いて希釈することなく、アルミニウム合金の鉄分を元湯の半分以下に低減できるという優れた効果を奏する。

また、本発明を繰り返すことにより、アルミニウム合金から鉄分を大幅に低減することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例に用いるアルミ溶

解炉の出湯口近傍を示す要部断面図、

第 2 図は本発明の第 1 実施例に用いるアルミ溶解炉の出湯口近傍を示す平面図、

第 3 図は金属間化合物を含むアルミニウム合金の金属組織を示す顕微鏡写真 (× 1 0 0 倍)、

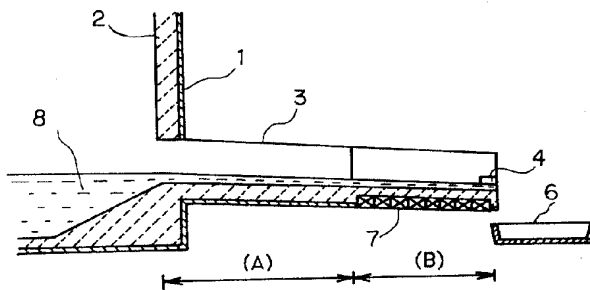
第 4 図は本発明の第 2 実施例に使用するアルミニウム合金の鉄分低減装置の概要を示す概略構成図である。

- 1 3 …… 温度計
- 1 4 …… 冷却装置
- 1 5 …… 金属間化合物

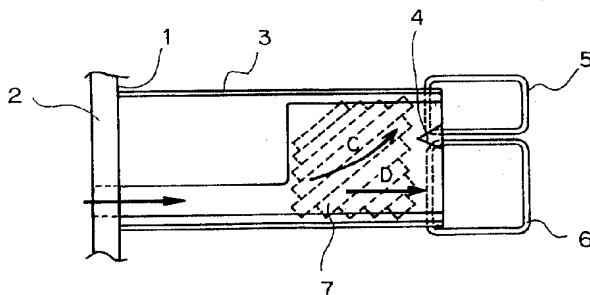
出願人 トヨタ自動車株式会社

- 1 …… アルミ溶解炉の枠体
- 2 …… 耐火物材料
- 3 …… 樋
- 4 …… 仕切部材
- 5 …… 第 1 の造塊ケース
- 6 …… 第 2 の造塊ケース
- 7 …… 磁石
- 8 …… アルミニウム合金溶湯
- 9 …… 徐冷室
- 1 0 …… 磁選装置
- 1 1 …… 導管
- 1 2 …… ポンプ

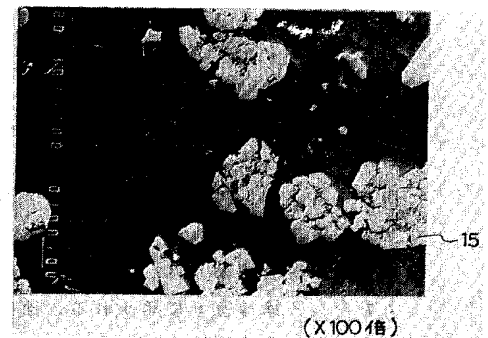
第 1 図



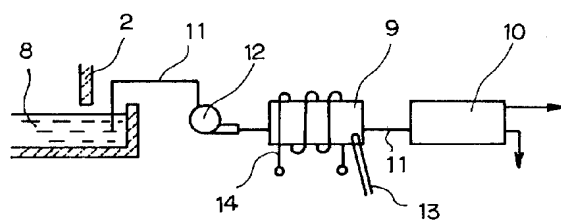
第 2 図



第 3 図



第 4 図



PTO 07-4214

CC=JP DATE=19851121 KIND=A  
PN=60-234930

IRON DECREASING METHOD FOR AN ALUMINUM ALLOY  
[Aluminiumu goukin no tetsubun teigen houhou]

Kouji Kato

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. May 2007

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY (19): JP  
DOCUMENT NUMBER (11): 60234930  
DOCUMENT KIND (12): A  
PUBLICATION DATE (43): 19851121  
APPLICATION NUMBER (21): PCT/JP/5991657  
DATE OF FILING (22): 19840507  
ADDITION TO (61):  
INTERNATIONAL CLASSIFICATION (51): C22B 21/06  
PRIORITY (30):  
INVENTORS (72): KATO, KOUJI  
APPLICANT (71): TOYOTA MOTOR CORP.  
DESIGNATED CONTRACTING STATES (81):  
TITLE (54): IRON DECREASING METHOD FOR AN  
ALUMINUM ALLOY  
FOREIGN TITLE [54A]: Aluminiumu goukin no tetsubun  
teigen houhou



## SPECIFICATION

/157\*

## 1. Title

Iron Decreasing Method for an Aluminum Alloy

## 2. Claims

(1) A method composed of the following processes for decreasing iron in an aluminum alloy.

(A) A process of adding manganese into an aluminum alloy and maintaining its temperature 50~200° C above that of aluminum alloy's  $\alpha$ -Al crystallization temperature.

(B) A process of gradually cooling down the aluminum alloy liquid from the abovementioned temperature to anywhere from  $\alpha$ -Al crystallization temperature to 50 EC above that, then maintaining that temperature range to crystallize the iron in the aluminum alloy liquid as an Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound.

(C) A process of moving this aluminum alloy liquid with crystallized intermetallic compounds through an irregular magnetic field to separate the aluminum liquid into one kind [illegible: of liquid] containing many intermetallic compounds and one kind [illegible: of liquid] with very few intermetallic compounds.

## 3. Detail Explanation of the Invention

[Field of Technology]

This invention is related to a method of decreasing iron in an aluminum alloy, especially a method of removing iron that is an impurity in an aluminum alloy liquid.

---

\* Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

[Prior Art]

Iron (Fe) within an aluminum alloy causes bad effects, such as lowering its mechanical property, thus the lowest possible iron content by percentage is considered desirable. This aluminum alloy is created from scraps collected from the market, ingots of melted scraps with its ingredients adjusted, etc. for recycling.

Incidentally, scraps, and the like, collected from the market contain large amounts of impurities, such as iron, so before recycling, it is necessary to decrease the iron, and such, within the aluminum alloy to a point where bad effects do not occur. However, until now, there was no method to efficiently remove iron from an aluminum alloy, so /158 aluminum with high purity (low impurity content) was mixed in as a ground metal to dilute the impurity content. Therefore, the conventional method was expensive, and a method for efficiently producing a high-grade aluminum alloy out of a low-grade aluminum alloy with high iron content is in need.

[Purpose of the Invention]

This invention was created with the above demands in mind and is aimed at turning iron in an aluminum alloy liquid into an intermetallic compound, separating iron from the aluminum alloy liquid by using the difference in induced currents, and producing a high-grade aluminum alloy with low iron content.

[Structure of the Invention]

The above purpose, according to this invention, can be accomplished with the iron decreasing method for aluminum alloys composed of the following processes.

(A) A process of adding manganese into an aluminum alloy and maintaining its temperature 50~200° Celsius above that of aluminum alloy's  $\alpha$ -Al crystallization temperature.

(B) A process of gradually cooling down the aluminum alloy liquid from the abovementioned temperature to anywhere from  $\alpha$ -Al crystallization temperature to 50 ° Celsius above that, then maintaining that temperature range to crystallize the iron in the aluminum alloy liquid as an Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound.

(C) A process of moving this aluminum alloy liquid with crystallized intermetallic compounds through an irregular magnetic field to separate the aluminum liquid into one kind containing many intermetallic compounds and one kind with very few intermetallic compounds.

In this invention, iron is defined as the Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound. Therefore, first manganese is added, then a temperature 50~200° Celsius above that of the aluminum alloy's  $\alpha$ -Al crystallization temperature is maintained to completely melt the aluminum alloy and the manganese. It is desirable to stir the aluminum alloy liquid at this point for uniformity.

After that, the abovementioned aluminum alloy liquid is gradually cooled down to anywhere from the  $\alpha$ -Al crystallization temperature to 50° Celsius above that, then is kept within that temperature range for a normal duration, 0.5~1 hour, for example. As a result, an Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound containing iron is crystallized in an aluminum alloy liquid.

This aluminum alloy liquid, with intermetallic compound content,

is moved through an irregular magnetic field composed from permanent magnets, electromagnets, etc. Due to Lenz's law, this causes the aluminum alloy liquid and the intermetallic compound to create a difference in induced currents and receive a force in a fixed direction, but because there is a large amount of aluminum alloy liquid and the intermetallic compound amount is small, a relative difference is created causing a difference in the amount moved. By separating the aluminum alloy liquid containing the moved Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound, a high-grade aluminum alloy with low iron content can be produced.

Note that repeating the above processes can decrease the iron content further.

#### [Examples]

Next, implementation examples of this invention are explained while referring to drawings.

#### (First Implementation Example)

The first implementation example shows a case using the pail [as transliterated; Translator's note: - most likely refers to "bucket"] of an aluminum furnace.

Here, Figure 1 is a partial cross section that shows the spout and its location in the aluminum furnace used in the first implementation example; Figure 2 is a ground plan that shows the spout and its location in the aluminum furnace used in the first implementation example; Figure 3 is a structural photograph (100-power) of an aluminum alloy that contains the intermetallic compound.

Within the figures, 1 is the framework of the aluminum furnace with fireproof material 2 spread on the interior. Mounted on the spout of the aluminum furnace is pail 3 with its tip divided into two by partition 4. Directly below that tip, first ingot case 5 and second ingot case 6 are mounted. Also, pail 3 is separated into cooling zone (A) and magnetic zone (B), and in magnetic zone (B) magnet 7, used to separate the intermetallic compound, is placed in a manner that puts a force on the intermetallic compound in a direction that crosses the flow of aluminum alloy liquid 8 at a right angle.

The decreasing of iron was conducted with this aluminum furnace. /159

First, after adding manganese, the aluminum alloy was melted at 800 °C and maintained at that temperature for 2 hours resulting in the aluminum alloy liquid 8 shown in Table 1 shown later. This aluminum alloy liquid 8 is guided into pail 3. Aluminum alloy liquid 8 in pail 3 is gradually cooled down to a temperature approximately 30 degrees above the first crystallization temperature in cooling zone (A), then in cooling zone (A), petal-shaped Al-Fe-Mn-Si type intermetallic compound 15, shown in Figure 3, is crystallized to a muddy aluminum alloy liquid 8. This aluminum alloy liquid 8, with its intermetallic compound crystallized, is then passed through magnetic zone (B). During this, due to Lenz's law, a radio wave is generated in the aluminum alloy liquid by passing through an irregular magnetic field created by magnet 7, creating a force component on the aluminum alloy liquid in a horizontal direction from interaction with the magnetic field. Due to this, the aluminum alloy liquid is directed in the direction of arrow C and falls into first ingot case 5. Meanwhile,

aluminum alloy liquid 8, that contains large amount of intermetallic compound, is affected only slightly by magnet 7, flows in the direction of arrow D, and falls into second ingot case 6. As a result, the aluminum alloy liquid is separated into a low-grade aluminum alloy with concentrated iron content and a high-grade aluminum alloy with diluted iron content.

The above treatment was conducted on the two kinds of aluminum alloy, one with high iron content and the other with low iron content, shown in Table 1. The results are shown together in Table 1. As evident in Table 1, the iron is decreased to about half of its original amount in the diluted aluminum.

Table 1

a	d	e					
		Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Al
b	f	2.44	5.48	0.28	1.41	1.07	i
	g	2.66	5.34	0.30	0.62	0.52	↑
	h	1.73	6.36	0.18	5.25	6.46	↑
c	f	2.58	5.30	0.30	0.21	0.80	↑
	g	2.46	5.21	0.30	0.12	0.70	↑
	h	2.60	5.46	0.29	0.30	1.05	↑

Note that the above composition ratios are in percentage by mass.

Key: a) Raw Material; b) High Iron Content Alloy; c) Low Iron Content Alloy; d) Condition; e) Composition; f) Original Liquid; g) Diluted Alloy; h) Concentrated Alloy; i) Remaining percentage.

(Second Implementation Example)

The second implementation example will be explained while referring to Figure 4.

In this instance, Figure 4 is a structure outline that shows an outline of an iron decreasing system for the aluminum alloy used in the second implementation example of this invention.

In Figure 4, sections and parts practically identical to that of the first implementation example will be numbered in the same manner so that the explanation can be omitted.

Where the second implementation example differs from the first implementation example is the setting up of cooling room 9 and magnetic unit 10 as independent devices and then connecting them to the aluminum furnace in series by using conduits 11.

In other words, in this implementation example, the aluminum alloy liquid 8, which has manganese melted at around 800 FC in the aluminum furnace, is directed through conduit 11 into cooling room 9 by pump 12. In cooling room 9, aluminum alloy liquid 8 is gradually cooled to a preset temperature, 20° Celsius above the first crystallization temperature for example, by cooling unit 14 based on the temperature measured by thermometer 13. After it is cooled down, aluminum alloy liquid 8 is directed into magnetic unit 10 to be separated into an aluminum alloy liquid with a concentrated intermetallic compound and an aluminum alloy liquid with a diluted intermetallic compound.

In the second implementation example, an effect similar to that of the first implementation example was obtained.

The above are explanations of specific implementation examples of this invention, but this invention is not limited to those implementation examples and includes various forms of implementation within the scope stated in the patent claim.

[Effect of the Invention]

As evident in the above, the iron decreasing method for aluminum alloys in this invention has an outstanding effect of reducing the iron in an aluminum alloy to half of the original liquid's content without the conventional method of using high purity aluminum ground metal.

Also, by repeating the process of this invention, iron can be dramatically decreased in an aluminum alloy.

4. Explanation of Figures

Figure 1 is a partial cross section that shows the spout /160  
and its location in the aluminum furnace used in the first implementation sample of this invention,

Figure 2 is a ground plan that shows the spout and its vicinity of the aluminum furnace used in the first implementation example of this invention,

Figure 3 is a microscopic photograph (100-power) that shows the metallic structure of an aluminum alloy that contains an intermetallic compound,

Figure 4 is a structural outline that shows an outline of an iron decreasing system for aluminum alloys used in the second implementation example of this invention.

1 ..... Framework of the aluminum furnace.



- 2 ..... Fireproof material
- 3 ..... Pail
- 4 ..... Partition
- 5 ..... First ingot case
- 6 ..... Second ingot case
- 7 ..... Magnet
- 8 ..... Aluminum alloy liquid
- 9 ..... Cooling room
- 10 ..... Magnetic unit
- 11 ..... Conduits
- 12 ..... Pump
- 13 ..... Thermometer
- 14 ..... Cooling unit
- 15 ..... Intermetallic compound

Figure 1

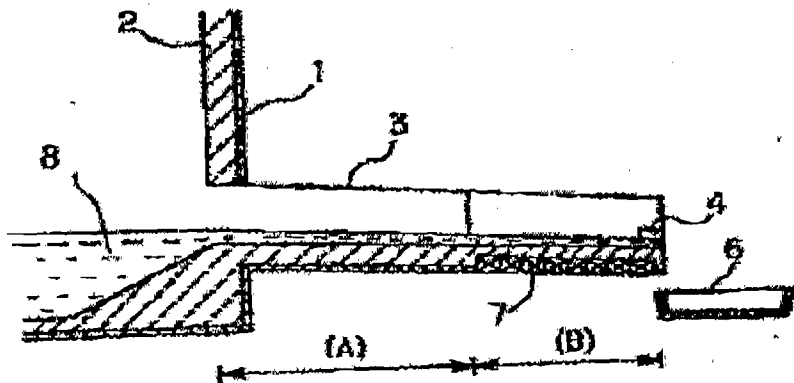


Figure 2

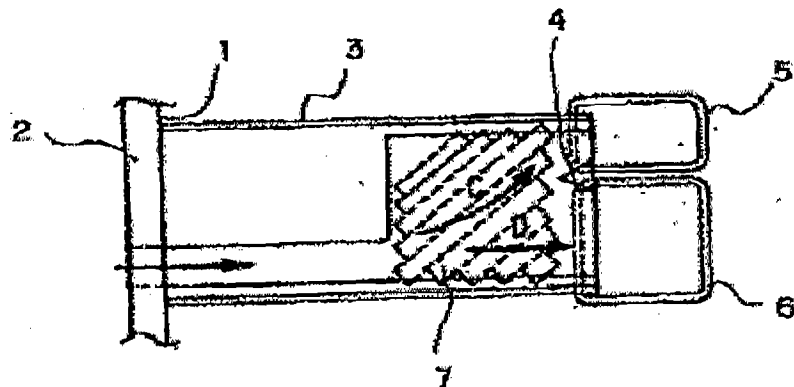


Figure 3

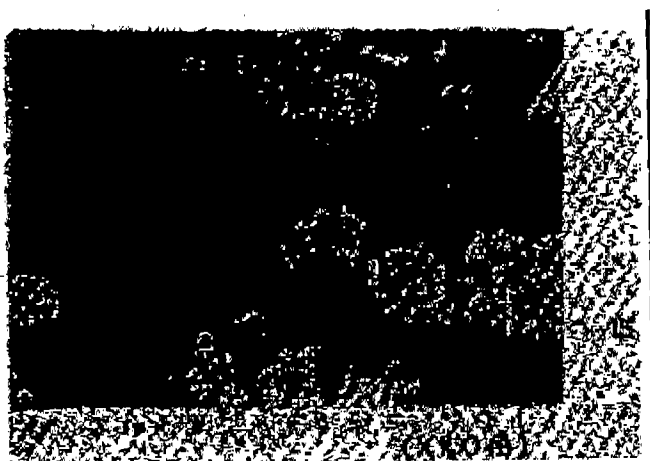


Figure 4

/161

